

 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA		EFis Escuela de Física	Universidad de Costa Rica Facultad de Ciencias
--	---	-------------------------------	---

Programa de Curso

Nombre del curso: Análisis Avanzado de Datos Geofísicos	Requisitos: FS-4902 Aplicaciones Meteorológicas avanzadas
Sigla: FS-4002	Correquisitos: Ninguno
Horas: 4 horas teórico-prácticas	Ciclo: X
Créditos: 3	Clasificación: Propio

1. DESCRIPCIÓN

Capacitar al estudiantado en el análisis avanzado de datos geofísicos utilizando tecnologías de punta y herramientas modernas, incluyendo Sistemas de Información Geográfica (GIS), técnicas de computación de alto rendimiento (HPC) e inteligencia artificial (AI), para interpretar y aplicar productos de Modelos Numéricos (GFS, WRF y otros) y sistemas de reanálisis, así como datos de radar y satélite. El curso fomentará la habilidad de analizar y sintetizar grandes volúmenes de datos meteorológicos y climáticos, promoviendo la comprensión profunda de los procesos atmosféricos y climáticos. Preparará al estudiantado para contribuir de manera efectiva en la predicción del tiempo, la investigación climática, y la gestión de riesgos de desastres naturales, equipándolos con las competencias necesarias para manejar las tecnologías emergentes en meteorología y climatología.

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Adquirir la capacidad de analizar e interpretar datos geofísicos complejos, aplicando tecnologías avanzadas y modelos numéricos, para mejorar la predicción meteorológica y climática, y la gestión de desastres naturales.

Objetivos específicos

- Analizar datos procedentes de diferentes fuentes geofísicas, incluidos modelos numéricos (GFS, WRF, etc.), sistemas de reanálisis, y datos de radar y satélite, para identificar patrones, tendencias y anomalías atmosféricas y climáticas.
- Integrar el uso de Sistemas de Información Geográfica (GIS), técnicas de computación de alto rendimiento (HPC), e inteligencia artificial (AI) en el proceso de análisis de datos meteorológicos y climáticos, mejorando la precisión y eficiencia de los modelos predictivos.
- Evaluar críticamente la calidad, precisión y aplicabilidad de los productos de modelos numéricos y datos geofísicos en la predicción del tiempo y en estudios climáticos, reconociendo sus limitaciones y potencialidades.
- Sintetizar información de múltiples fuentes de datos para construir modelos integrados que mejoren la comprensión de los fenómenos atmosféricos y climáticos, y que sirvan de base para la toma de decisiones en la gestión de riesgos de desastres naturales.
- Desarrollar habilidades para aplicar métodos de aprendizaje automático y análisis estadístico en el procesamiento de grandes volúmenes de datos geofísicos, facilitando la detección de patrones complejos y la predicción de eventos meteorológicos y climáticos.
- Crear proyectos o propuestas de investigación que apliquen tecnologías emergentes en meteorología y climatología para abordar problemas reales, enfocándose en la innovación y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos.
- Comunicar de manera efectiva los resultados de análisis de datos geofísicos y climáticos a un público diverso, incluyendo especialistas y no especialistas, utilizando visualizaciones de datos, reportes y presentaciones claras y precisas.

3. CONTENIDOS DEL CURSO

Fundamentos de Análisis de Datos Geofísicos

- Exploración de fuentes primarias de datos meteorológicos y climáticos, incluidos satélites, estaciones terrestres, y boyas oceánicas.
- Técnicas para la adquisición eficiente de datos desde plataformas públicas y privadas, y métodos de limpieza y procesamiento de datos para su análisis.

Tecnologías y Herramientas de Análisis Avanzado

- Uso de software GIS para el mapeo y análisis espacial de datos meteorológicos, incluido el trabajo con capas de datos, geoprocusamiento, y análisis raster/vectorial.
- Implementación de algoritmos paralelos para el procesamiento de datos en supercomputadoras o clusters, enfocado en análisis de datos y modelados meteorológicos.
- Utilización de AIs de uso general para el análisis de información meteorológica.

Modelos Numéricos y Sistemas de Reanálisis

- Detalles sobre modelos numéricos, post-procesamiento de productos y la interpretación de sus salidas.
- Procedimientos para acceder, descargar, y procesar datos de reanálisis, y su aplicación en el análisis climático y meteorológico.

Procesamiento y Análisis Integrado de Datos

- Metodologías para la validación de modelos y la calidad de los datos, incluyendo la comparación con observaciones y entre diferentes fuentes de datos.
- Aplicación de análisis multivariante, detección de patrones, y técnicas de reducción de la dimensionalidad en conjuntos de datos meteorológicos y climáticos complejos.

Proyectos Aplicados en Meteorología y Climatología

- Creación de proyectos que aborden problemas reales en meteorología y climatología, utilizando un enfoque de análisis de datos integrado que combine GIS, HPC, y AI.
- Implementación de análisis de datos en la planificación de respuesta ante emergencias y la mitigación de desastres naturales.

Productos Científicos y Ética

- Desarrollo de habilidades en herramientas de visualización para comunicar efectivamente resultados complejos a través de gráficos, mapas y animaciones interactivas.
- Discusión sobre la responsabilidad en la gestión de datos, la presentación honesta de los resultados, y el impacto de las predicciones y análisis en la sociedad.

4. METODOLOGÍA

Adoptaremos una metodología de enseñanza-aprendizaje que fusiona elementos teóricos y prácticos con el fin de profundizar en el análisis avanzado de datos geofísicos y su aplicación en meteorología y climatología. Este curso se caracteriza por un enfoque interactivo y participativo, fomentando el aprendizaje activo a través de exposiciones magistrales complementadas con métodos de enseñanza activa como discusiones dirigidas, trabajo en grupo, resolución de problemas específicos y la utilización de simulaciones y software especializado. Se pondrá especial énfasis en la aplicación de conceptos teóricos mediante actividades prácticas y el uso de tecnologías de punta, permitiendo a las y los estudiantes explorar y analizar datos reales y modelos numéricos, así como enfrentar escenarios simulados que reflejen los desafíos actuales en la meteorología.

Para consolidar la comprensión teórica y desarrollar habilidades prácticas aplicables en el entorno profesional, integraremos herramientas tecnológicas avanzadas y recursos digitales, incluyendo software GIS, plataformas de computación de alto rendimiento y aplicaciones de inteligencia artificial. Este enfoque se complementa con el análisis de casos de estudio reales y la realización de proyectos que desafíen a los estudiantes a aplicar sus conocimientos y habilidades en situaciones prácticas, preparándolos para la investigación y la práctica profesional en el ámbito de la meteorología. La metodología prevé también la posibilidad de organizar giras a centros de investigación meteorológica y climática, así como colaboraciones con profesionales del sector, para enriquecer la experiencia educativa y proporcionar una perspectiva realista de la aplicación de los conocimientos adquiridos.

5. EVALUACIÓN

Se recomienda que se empleen al menos dos de los siguientes tipos de evaluación:

- **Participación Activa y Trabajo en Clase:** Se evaluará la asistencia regular, la participación en discusiones dirigidas, el trabajo colaborativo en resolución de problemas, y los ejercicios prácticos en clase.
- **Pruebas Cortas y Exámenes:** Consistirá en pruebas periódicas cortas para evaluar la comprensión teórica, y uno o dos exámenes que incluyan tanto cuestiones teóricas como problemas prácticos aplicados.
- **Tareas y Proyectos:** Incluirán desde la resolución de problemas analíticos hasta el desarrollo y la presentación de proyectos de investigación o diseño experimental utilizando software especializado.
- **Exposiciones e Informes:** Evaluación basada en presentaciones orales y la entrega de informes escritos, que permitirá medir la capacidad del estudiantado para sintetizar información y comunicar sus hallazgos de manera efectiva, tanto oralmente como por escrito, en formatos que simulan publicaciones científicas.
- **Evaluación de Laboratorio/Prácticas:** Para los componentes prácticos del curso, se incluirán evaluaciones basadas en informes de laboratorio o portafolios de experimentos que demuestren habilidad en la ejecución de técnicas experimentales y el análisis crítico de datos.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Beaulieu, A., Tuia, D., Zhu X. X., & Reichstein, M. (Eds.). (2021). *Deep Learning for the Earth Sciences: A Comprehensive Approach to Remote Sensing, Climate Science, and Geosciences*. Wiley.
2. Bolstad, P. (2019). *GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems* (5th ed.). Eider Press.
3. Brown, L. C., & Berthouex, P. M. (2002). *Statistics for Environmental Engineers* (2nd ed.). CRC Press.
4. Hair Jr., J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate Data Analysis* (7th ed.). Prentice Hall.

5. Matloff, N. (2015). *Parallel Computing for Data Science: With Examples in R, C++ and CUDA*. CRC Press.
6. McKinney, W. (2017). *Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython* (2nd ed.). O'Reilly Media.
7. Turner, J. (2007). *Effective Communication for Science and Technology*. Springer.
[**Note:** This is one example; adjust the title, publisher, and date for the specific work]
8. Warner, T. T. (2011). *Numerical Weather and Climate Prediction*. Cambridge University Press.

Aprobado en Resolución Vicerrectoría de Docencia VD-13132-2024 y rige a partir del I ciclo 2025.